

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ / Чобану Л.А./

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
профессионального модуля
**ПМ.01 Организация работ по монтажу систем телекоммуникаций и
информационных технологий диспетчерского управления**
МДК.01.01 Технология монтажа и наладки телекоммуникаций и
информационных технологий диспетчерского управления систем
Тема 1.1 Линии связи
по специальности
27.02.05 Системы и средства диспетчерского управления
квалификация
техник

Разработчик:
преподаватель
ОГАПОУ «Белгородский
индустриальный колледж»
Барышевская Е.В.

Белгород 2020 г.

Содержание

№	Наименование	Кол. часов
1	Определение типа и маркировки симметричных и коаксиальных кабелей	6
2	Изучение процесса распространения светового излучения в световодах	4
3	Определение типа и маркировки оптических кабелей	6
4	Изучение оптических кабелей, выпускаемых различными компаниями	4
5	Кабели для монтажа систем сигнализации	4
6	Определение параметров оптических волокон	4
7	Взаимные влияния между цепями связи.	4
8	Меры защиты от взаимных влияний между цепями связи.	4
	Итого	36

Лабораторная работа № 1

Тема работы: Определение типа и маркировки симметричных и коаксиальных кабелей.

Цель работы:

1. Изучить образцы симметричных и коаксиальных кабелей.
2. Научиться по конструкции определять тип симметричных и коаксиальных кабелей, их назначение и область применения.

Порядок проведения работы:

1. Изучить образцы кабелей (см. макеты 1-7). Письменно ответить на вопросы и записать маркировку кабелей, указанных в таблице 1 для вашего варианта:

- материал и диаметр жилы;
- тип изоляции;
- конструкция цепи (симметричная, коаксиальная);
- количество пар, четверок;
- вид скрутки изолированных проводников в группы (парной, четверочной);
- вид скрутки изолированных проводников в сердечник: однородной (повивной, пучковой) или неоднородной;
- наличие и материал поясной изоляции;
- наличие подушки;
- наличие и материал экрана;
- наличие гидрофобного заполнителя;
- тип оболочки;
- наличие брони;
- конструкция и марка защитного покрова;
- маркировка кабеля.

Таблица 1.

вариант	1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
№ макета/ № кабеля	2/1,1/1, 4/3,3/1, 6/2,7/1	2/2,2/6, 2/1,6/3, 6/6,7/2	2/3,2/7, 4/4,3/3, 5/1,7/3	2/4,6/5, 1/2,3/2, 5/2,7/4	4/1,2/5, 4/2,6/3, 5/3,7/5	1/1,2/1, 3/1,4/3, 6/2,7/1	2/1,2/2, 2/6,6/3, 6/6,7/2	2/3,2/7, 3/3,4/4, 5/1,7/3	1/2,2/4, 3/2,5/2, 6/5,7/4	2/5,4/1, 4/2,5/3, 6/3,7/5

2. Определить тип кабеля, зарисовать поперечный разрез кабеля, указанного в таблице 2.

Таблица 2.

вариант	1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
№ макета	7	5	7	5	5	7	5	7	5	7
№ кабеля	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6

3. Определить тип, назначение и область применения кабеля, указанного в таблице 3.

Таблица 3.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ макета	3	3	4	5	7	5	7	7	5	1
№ кабеля	1	2	4	1	1	2	2	4	3	1
вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ макета	5	7	6	5	7	6	2	3	4	7
№ кабеля	4	3	6	5	5	2	7	1	4	1
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
№ макета	2	5	5	2	2	7	3	5	6	7
№ кабеля	6	2	1	7	4	2	2	1	6	5

4. Определить число групп в повиве у, если центральный повив состоит из х пар.

Таблица 4.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
у	4-й	4-й	5-й	5-й	3-й	3-й	5-й	2-й	4-й	2-й
х	5 пар	3 пары	5 пар	4 пары	5 пар	3 пар	5 пар	5 пар	4 пары	3 пар
вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
у	3-й	1-й	4-й	2-й	4-й	5-й	3-й	1-й	5-й	2-й
х	4 пары	1 пара	5 пар	4 пары	3 пары	3 пары	5 пар	1 пара	5 пар	5 пар
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
у	2-й	3-й	5-й	4-й	1-й	2-й	4-й	5-й	1-й	3-й
х	5 пар	3 пары	5 пар	5 пар	1 пара	4 пары	3 пары	4 пары	1 пара	5 пар

5. Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Контрольные вопросы:

1. Укажите диаметры проволоки, используемой в кабелях ГТС.
2. Какова изоляция жил в кабелях типа ТП?
3. Какую изоляцию имеют токопроводящие жилы в кабелях ГТС типа Т?
4. Какую оболочку имеют кабели типа Т, ТП, ТС?
5. Какие кабели используются на магистральной и распределительной сети абонентских линий ГТС?
6. Какие кабели используются для организации межстанционных соединительных линий на СТС?
7. Какова изоляция жил в кабелях типа КСПП?
8. Какие диаметры проволоки используются в кабелях марки КСПП, МРМ, ПРППМ?
9. Какую оболочку имеют провода ПРВПМ, ПРППМ, ПТПЖ?
10. Что обозначает буква «С» в маркировке кабелей?
11. Что обозначает буква «Б» в маркировке кабелей?
12. Укажите диаметр токопроводящих жил в междугородных симметричных кабелях связи.
13. Какова изоляция токопроводящих жил кабелей типа МК?
14. Какова изоляция токопроводящих жил кабелей типа МКС?
15. Какую изоляцию имеют токопроводящие жилы кабелей типа ТЗП?
16. Поясните, почему в конструкции кабелей со стальной оболочкой имеется экран, а в конструкции кабелей с алюминиевой оболочкой - отсутствует.

Лабораторная работа №2

Тема работы: Изучение процесса распространения светового излучения в световодах.

Цель работы: Познакомиться с лучевым и электромагнитным подходами к процессу распространения светового излучения в световодах.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Решить задачи, соответствующие вашему варианту (таблицы 1,2,3).

1. Общие сведения

Исходя из двойственной природы света, процесс распространения светового излучения в световодах можно изучать, используя методы геометрической оптики (лучевой подход) или волновые уравнения электромагнитного поля (электромагнитный подход).

Лучевой подход основан на представлении источника излучения и светового луча соответственно в виде точки и линии, он наглядно показывает процессы распространения света по световодам, но им можно пользоваться только при соблюдении условия:

$$\lambda \ll d, \quad (1.1)$$

где λ - длина волны,

d - радиус сердцевины волокна,

т.е. при изучении распространения света в **многомодовых волокнах**, где указанное условие соблюдается.

Электромагнитный подход требуется в случае **одномодовых волокон**. Это решение волновых уравнений, получаемых из уравнений Максвелла, при заданных граничных условиях. Электрические сигналы передаются по ОВ в результате возбуждения в них световых волн.

Под волной понимается процесс распространения состояния или его возбуждения без фактического переноса массы или вещества самой среды. В случае световой волны состояние – это электромагнитный процесс, распространяющийся в светопропускающем веществе.

Простейшим случаем волнового процесса является **плоская волна**, при которой в электромагнитном поле можно провести ряд параллельных плоскостей, перпендикулярных направлению распространения волны так, чтобы вектора электрического поля E и магнитного поля H лежали в этих плоскостях и сохраняли свое значение и направление вдоль всей плоскости.

При лучевом подходе распространение света по волокну трактуется как различные траектории лучей.

При электромагнитном подходе этим лучам соответствуют различные типы волн (моды). В зависимости от размеров световода в нем возможно распространение нескольких мод (многомодовый световод) или только одной волны (одномодовый световод).

В общем случае в световоде могут существовать три типа волн:

- **направляемые:** Они распространяются по сердцевине световода (те из введенных в торец световода лучей, которые падают на границу раздела сред под углом, большим угла полного внутреннего отражения)

- **излучаемые:** Они возникают за счет лучей, введенных вне апертуры, и уже вначале линии они излучаются в окружающее пространство.

- **вытекающие:** Это лучи оболочки, энергия частично распространяется вдоль световода, а часть излучается в окружающее пространство.

Волны излучения и волны оболочки – паразитные волны, которые уменьшают передаваемую полезную энергию.

2. Лучевой подход

Основная его идея заключается в том, что в оптическом диапазоне частот с достаточно большой точностью распространение волн можно представить как движение энергии волн по лучам, описываемым с помощью геометрической оптики.

1. При отражении от зеркальной поверхности угол падения (φ_i) равен углу отражения (φ_r), рис 2.1.

2. При распространении луча от одной однородной среды с показателем преломления n_1 , в другую с показателем преломления n_2 , на границе раздела сред луч преломляется. Углы падения (φ_i) и преломления (φ_s) связаны соотношением:

$$\sin \varphi_i / \sin \varphi_s = n_2 / n_1. \quad (2.1)$$

Если $n_2 < n_1$ то следует, что $\varphi_s > \varphi_i$.

Поэтому увеличивая угол падения φ_i , получим угол преломления $\varphi_s = 90^\circ$ (преломленный луч скользит вдоль границы раздела сред), при $\varphi_i < 90^\circ$, значение которого принято называть предельным углом падения ($\varphi_{\text{пр}}$).

Имеется простая связь между углом $\varphi_{\text{пр}}$ и показателями преломления сред в виде соотношения:

$$\varphi_{\text{пр}} = \arcsin(n_2 / n_1). \quad (2.2)$$

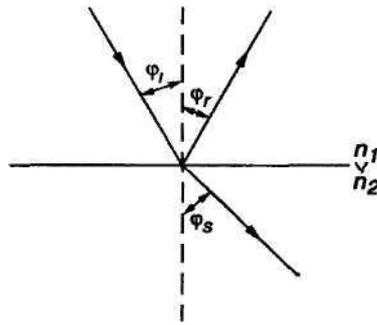


Рисунок 2.1 - Отражение и преломление лучей на границе раздела двух сред.

При углах падения $\varphi_i > \varphi_{\text{пр}}$ имеет место **полное внутреннее отражение**, когда преломленный луч отсутствует и вся энергия сосредоточена в отраженном луче, на этом явлении и основан процесс удержания света внутри волоконного световода.

Полное внутреннее отражение может происходить только тогда, когда луч света распространяется из оптически более плотной среды в оптически менее плотную и никогда не происходит в обратном случае.

У реальных оптических волокон, вследствие малой разности показателей преломления сердцевинки n_1 и оболочки n_2 , луч света проникает, и распространяется по оболочке ОВ даже при углах падения $\varphi_i > \varphi_{\text{пр}}$, см. рис. 2.2. Глубина проникновения волн в оболочку уменьшается при увеличении угла падения, при этом отраженная волна приобретает фазовый сдвиг, зависящий от угла падения. Глубина проникновения (δ), т.е. расстояние, на котором плоская волна ослабевает в $e = 2,71$ раза при $\varphi_i > \varphi_{\text{пр}}$ определяется выражением:

$$\delta = \frac{\lambda}{2\pi n_1 \sqrt{\sin^2 \varphi_i - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}}, \quad (2.3)$$

где λ — длина волны.

Задача 1. Рассчитать предельный угол падения $\varphi_{\text{пр}}$ и глубину проникновения δ плоской волны при ее распространении из среды с показателем преломления n_1 в среду n_2 при угле падения φ_i и длине волны $\lambda=1,3\text{мкм}$.

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_1	1,481	1,478	1,480	1,479	1,478	1,479	1,482	1,480	1,481	1,480
n_2	1,476	1,472	1,475	1,474	1,472	1,474	1,477	1,477	1,475	1,475

φ_i , град	87,6	88,2	88,0	87,5	88,0	87,9	88,3	88,1	87,7	88,0
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n_1	1,478	1,482	1,480	1,481	1,482	1,478	1,483	1,4801	1,479	1,480
n_2	1,473	1,477	1,477	1,478	1,477	1,472	1,477	1,475	1,474	1,478
φ_i	88,2	88,3	88,1	89,1	88,3	88,2	88,4	88,0	87,5	88,3
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
n_1	1,479	1,481	1,483	1,480	1,479	1,481	1,480	1,481	1,478	1,482
n_2	1,474	1,476	1,477	1,475	1,474	1,475	1,476	1,478	1,474	1,477
φ_i , град	87,5	87,6	88,4	88,0	87,5	87,8	88,1	89,1	88,1	88,3

Входная угловая и числовая апертура световода.

Используя лучевой подход, рассмотрим распространение световых волн по волокну, у которого показатель преломления сердцевины n_1 и оболочки n_2 не изменяется по сечению. Лучи света в рассматриваемом волокне распространяются по ломаным прямым линиям, испытывая полное внутреннее отражение в местах падения на границу раздела сердцевина-оболочка (рис. 2.2).

В зависимости от размеров источника излучения и его положения относительно оси волокон могут распространяться два типа лучей: меридиональные, распространяющиеся в плоскостях и пересекающие ось световода, и косые, не пересекающие ось световода и распространяющиеся по ломаным право или левовинтовым спиральным линиям (рис. 2.3). Косые лучи быстро рассеиваются на изгибах оптического волокна и поэтому их можно не учитывать.

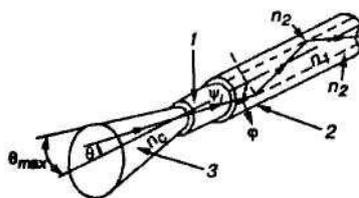


Рисунок 2.2 - Распространение лучей в многомодовом волокне со ступенчатым профилем:

1 — сердцевина; 2 — оболочка; 3 — световой конус захвата лучей

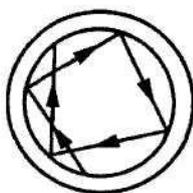


Рис. 2.3 Распространение лучей не пересекающих ось световода

Используя законы геометрической оптики, определим максимально возможный угол θ_{\max} , (рис. 2.2), при котором свет из окружающей среды с показателем преломления n_c может быть захваченным, т.е. будет распространяться вдоль оси световода. Этот угол принято называть **входной угловой апертурой** световода.

На практике более часто используется не численное значение угла θ_{\max} , а значение синуса этого угла, называемое **числовой апертурой**. Это объясняется тем, что при лучевом подходе способность световода воспринимать световую энергию от источника излучения характеризуется числовой апертурой (NA), представляющей собой произведение показателя преломления среды n_c , из которой луч падает на торец световода, на синус максимального угла падения лучей, который соответствует модам, распространяющимся по сердцевине.

Условие полного внутреннего отражения представляет условие падения на входной торец волоконного световода, при котором происходит захват лучей сердцевиной волокна. Для меридиональных лучей (см. рис. 2.2), согласно соотношению, (2.1) имеем:

$$n_c \cdot \sin \theta = n_1 \cdot \sin \psi, \quad (2.4)$$

учитывая, что при угле падения лучей $\theta = \theta_{\max}$ угол $\varphi = \varphi_{\text{пр}}$, а угол $\psi = (\pi/2) - \varphi_{\text{пр}}$ из равенства (2.4), имеем:

$$NA = n_c \sin \theta_{\max} = n_c \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (2.5)$$

Если лучи падают из воздушной среды ($n_c = 1$), то

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}; \quad (2.6)$$

$$\theta_{\max} = \arcsin \sqrt{n_1^2 - n_2^2}. \quad (2.7)$$

С увеличением разности между показателями преломления сердцевины и оболочки возрастает значение числовой апертуры NA, что улучшает эффективность ввода света от источника излучения в волокно. Однако волокна с большей числовой апертурой имеют и большую дисперсию, что является отрицательным фактором.

Из всех лучей, падающих на торец волокна в пределах апертуры, вдоль оси волокна будут распространяться лишь те, которые в результате многократных отражений от границ интерферируют в фазе, т.е. не подвергаются «самогашению». При электромагнитном подходе этим лучам соответствуют моды, которые в поперечном сечении волокна образуют стоячую волну (свет замкнут в сердцевине волокна).

Задача 2. Рассчитать входную угловую и числовую апертуру световода с показателем преломления сердцевины n_1 и оболочки n_2 при падении света на торец волокна из воздушной среды.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_1	1,481	1,478	1,480	1,479	1,478	1,479	1,482	1,480	1,481	1,480
n_2	1,476	1,472	1,475	1,474	1,472	1,474	1,477	1,477	1,475	1,475
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n_1	1,478	1,482	1,480	1,481	1,482	1,478	1,483	1,4801	1,479	1,480
n_2	1,473	1,477	1,477	1,478	1,477	1,472	1,477	1,475	1,474	1,478
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
n_1	1,479	1,481	1,483	1,480	1,479	1,481	1,480	1,481	1,478	1,482
n_2	1,474	1,476	1,477	1,475	1,474	1,475	1,476	1,478	1,474	1,477

3. Электромагнитный подход

Необходимым условием распространения света в оптическом волокне в рамках лучевого подхода является требование падения лучей на торец ОВ в пределах входной угловой апертуры. Однако это условие не является достаточным, так как только часть из этих лучей будут распространяться вдоль оси световода. Электромагнитный подход позволяет точно рассчитать число мод (лучей), которые могут распространяться по световоду. Расчет подразумевает совместное решение волновых уравнений для сердцевины и оболочки оптического волокна с учетом граничных условий.

Чтобы не делать расчет для каждого световода отдельно, а получить характеристики, присущие определенному типу световодов (например, для ступенчатого профиля), вводят понятие нормированной (характеристической) частоты. **Нормированная частота** является обобщенной характеристикой световода, поскольку зависит не только от геометрических и оптических характеристик световода, но и от длины волны источника излучения.

Для правильной эксплуатации волоконных световодов, а также нормирования разброса длин волн лазерных источников излучения, необходимо знать наименьшую эксплуатационную длину волны, называемую **критической длиной волны** волоконного световода, при которой может распространяться только одна фундаментальная мода. Один и тот же световод для длин волн, выше критической длины волны, работает в одномодовом режиме, а для длин волн ниже критической длины волны работает в

многомодовом режиме.

Для оптического волокна со ступенчатым профилем нормированная частота равна:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}, \quad (3.1)$$

где a — радиус сердцевины оптического волокна;

λ — рабочая длина волны;

n_1, n_2 — показатель преломления соответственно сердцевины и оболочки.

Число мод (N) при ступенчатом профиле показателя преломления:

$$N \approx \frac{V^2}{2}. \quad (3.2)$$

Из выражения (3.1) видно, что значение V может быть уменьшено за счет уменьшения диаметра сердцевины и разности показателей преломления и увеличения рабочей длины волны.

Когда нормированная частота при ступенчатом профиле световода меньше критического значения $V_c = 2,405$, волокно поддерживает распространение только одной фундаментальной моды.

Волокно, в котором может распространяться только фундаментальная мода, называется одномодовым. Вследствие поляризации света фундаментальная мода может существовать в двух ортогональных поляризациях. Влияние поляризации необходимо учитывать при скорости передачи 2,5 Гбит/с и выше.

Задача 3. Определить теоретическую критическую длину волны (λ_c) для одномодового волокна со ступенчатым профилем, имеющим диаметр сердцевины $2a = 8,3$ мкм и числовую апертуру NA .

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NA	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NA	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
NA	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14	0,078	0,12	0,14

4. Письменно ответить на вопросы согласно вашему варианту (таблица 4).

Таблица 4

№ варианта	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
Вопросы	1,4,8	2,5,12	3,6,10	2,5,10	5,7,11	1,4,10	3,8,12	1,4,7	2,9,11	3,6,9

5. Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Контрольные вопросы:

1. Какое условие необходимо соблюдать при использовании лучевого подхода к изучению процесса распространения светового излучения?
2. Когда используется электромагнитный подход к изучению процесса распространения светового излучения?
3. В чем суть понятий «волна», «световая волна»?
4. Перечислите типы волн, существующих в световоде.
5. Охарактеризуйте лучевой подход к распространению света по световодам со ступенчатым профилем.
6. В чем суть волнового подхода к распространению света по световодам со ступенчатым профилем?
7. При каких условиях имеет место полное внутреннее отражение?
8. Поясните понятия «входная угловая апертура», числовая апертура».
9. От каких параметров зависит нормированная частота.
10. Какую длину волны называют критической длиной волны?
11. Как рассчитать число мод при ступенчатом профиле показателя преломления?
12. Что такое одно- и многомодовая передачи по оптическим кабелям?

Лабораторная работа № 3

Тема работы: Определение типа и маркировки оптических кабелей

Цель работы:

1. Изучить образцы оптических кабелей.
2. Научиться по конструкции определять тип оптических кабелей, их назначение и область применения.

Порядок проведения работы:

1. Изучить образцы кабелей (см. макеты 8,9). Письменно ответить на вопросы и записать маркировку кабелей, указанных в таблице 1 для вашего варианта:

- характеристика упрочняющего элемента;
- количество и характеристика модулей;
- количество ОВ в каждом модуле;
- общее количество ОВ;
- как и каким материалом сформирован сердечник;
- материал оболочки;
- наличие и материал брони;
- наличие гидрофобного заполнителя;
- наличие внешней защитного покрова;
- дополнительные сведения.

Таблица 1.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ макета/ № кабеля	8/2,8/3	8/2,9/1	8/1,9/3	8/1,9/1	9/1,9/3	8/1,9/2	8/3,9/1	8/2,9/2	8/2,9/1	8/3,9/3
	9/2,9/4	9/2,9/3	9/4,9/6	9/2,9/4	9/4,9/5	9/3,9/5	9/3,9/4	9/3,9/5	9/4,9/5	9/4,9/6
	9/5,9/7	9/5,9/10	9/7,9/8	9/6,9/10	9/8,9/9	9/8,9/10	9/7,9/9	9/6,9/8	9/7,9/10	9/9,9/10
вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ макета/ № кабеля	8/2,9/1	8/1,9/2	9/1,9/3	8/2,9/1	8/1,9/2,	8/2,9/3	8/2,9/3	8/1,9/3	8/3,9/1	8/2,9/1
	9/2, 9/4	9/3,9/5	9/4,9/5	9/2,9/3	9/4,9/5,	9/4,9/7	9/5,9/6	9/4,9/6	9/2,9/5	9/4,9/5
	9/6,9/10	9/8,9/10	9/8,9/9	9/6,9/10	9/7,9/9	9/9,9/10	9/8,9/9	9/8,9/9	9/7,9/9	9/7,9/10
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
№ макета/ № кабеля	8/2,9/1	8/3,9/1	8/3,9/3	8/2,9/1	8/1,9/1	9/1,9/3	8/3,9/3	8/2,8/3	8/3,9/1	8/2,9/2
	9/2,9/3	9/3,9/5	9/4,9/6	9/4,9/6	9/2, 9/4	9/4,9/5	9/4,9/6	9/2,9/4	9/2,9/4	9/3,9/5
	9/6,9/10	9/7,9/9	9/9,9/10	9/7,9/10	9/6,9/10	9/8,9/9	9/9,9/10	9/5,9/8	9/6,9/9	9/6,9/10

2. Определить тип кабеля, зарисовать поперечный разрез кабеля, указанного в таблице 2.

Таблица 2.

вариант	1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
№ макета	8	9	8	9	8	9	9	9	9	9
№ кабеля	1	4	2	5	3	6	2	7	3	8

3. Определить тип, назначение и область применения кабеля, указанного в таблице 3.

Таблица 3.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ макета	9	8	9	9	8	9	9	8	9	9
№ кабеля	1	1	2	3	2	4	5	3	6	7
вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ макета	9	9	9	8	8	8	9	9	9	9
№ кабеля	8	9	10	1	2	3	1	2	4	3
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
№ макета	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9
№ кабеля	5	6	7	8	9	10	5	1	7	9

4. Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируются оптические кабели?
2. Какую конструкцию имеют световоды?
3. Какую конструкцию имеют оптические кабели?
4. Какие условия необходимы для передачи волн по световоду?
5. Что такое режим полного внутреннего отражения?

Лабораторная работа №4

Тема работы: Изучение оптических кабелей, выпускаемых различными компаниями

Цель работы:

1. Изучение конструкции оптических волокон;
2. Получить практические навыки в чтении маркировки оптических кабелей связи;

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкции оптических кабелей, выпускаемых различными компаниями.
2. Письменно ответить на вопросы вашего варианта (см. таблицу 1)
3. Сделать выводы по работе.

Теоретический материал:

1. На рисунке 1 приведена конструкция первого отечественного междугородного оптического кабеля типа СЛ-50-1-6, проложенного в 1985 г. под Петербургом на участке длиной около 140 км. Кабель состоит из полимерных трубок 2 (в шести из них имеются оптические волокна), из стального многопроволочного троса 3 с полиэтиленовым покрытием, полиэтиленовых оболочек 6, оплетки из стальных проволок 5 (защита от грызунов).

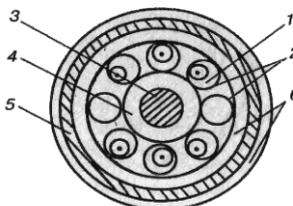


Рисунок 1 – Конструкция первого отечественного междугородного ОК: 1 – оптическое волокно; 2 – полимерная трубка; 3 – стальной трос; 4 – полиэтиленовое покрытие; 5 – сетка из стальной проволоки; 6 – полиэтиленовые оболочки

В настоящее время серийно выпускают большое количество отечественных междугородных (типа ОМЗКГ), городских оптических кабелей (типа ОК) и зонавых ОК (типа ОЗКГ). Например, кабели марки ОЗКГ-1 предназначены для прокладки в кабельной канализации, грунтах всех категорий, а также при речных переходах неславных рек. Их можно прокладывать ручным и механизированным способом. Полная маркировка кабеля ОЗКГ-1-0,7-4/4 означает: 1 — номер разработки; 0,7 — коэффициент затухания; 4 (числитель) — число оптических волокон; 4 (знаменатель) — число медных жил.

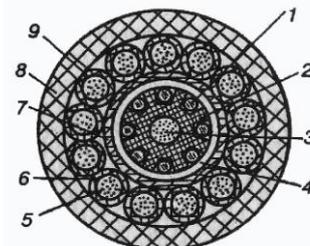


Рисунок 2 – Конструкция кабеля типа ОЗКГ с профильным сердечником:

1 – оптическое волокно; 2 – профильный сердечник; 3 – упрочняющие нити СВМ; 4 – скрепляющая нить; 5 – армирующий элемент из нитей; 6 – оболочка армирующего элемента из полиэтилена; 7 – оболочка сердечника кабеля; 8 – внешняя оболочка 9 – скрепляющая нить.

Конструкция отечественного оптического кабеля ОК-8 приведена на рисунке 3. Кабель содержит восемь оптических волокон, расположенных вокруг силового стержня, из высокопрочной пластмассы, работающего на разрыв. Волокна двухслойные в защитном покрытии диаметрами 50 – 125 – 500 мкм. Снаружи пластмассовая оболочка.

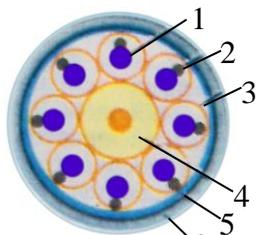


Рисунок 3 – Конструкция отечественного кабеля ОК-8:

1 – оптическое волокно; 2 – синтетическая нить; 3 – фторопластовая нить; 4 – силовой элемент; 5 – полимерная лента; 6 – полиэтиленовая оболочка.

2. К сожалению, среди заводов изготовителей кабельной продукции отсутствует единая маркировка оптических кабелей подобная той, которая существует для электрических кабелей связи.

2.1 Условные обозначения кабелей ЗАО «ТрансВок»

Компания «ТрансВок» в обозначении марки ОКС придерживается принципа описания элементов его конструкции последовательно от наружного к внутренним элементам: материал внешней защитной оболочки, обозначения защитных покровов, материал внутренней защитной оболочки, число оптических модулей, материал центрального силового элемента, число и тип оптических волокон.

Схема условного обозначения кабеля имеет вид:

аааа — бвг — д/е(ж)з — и(к)/л(м);

аааа — тип кабеля;

ОКМС — диэлектрический самонесущий для подвески;

ОКМТ — диэлектрический для прокладки в трубопроводе;

ОКЗ — с броней из стальной гофрированной ленты;

б — внешняя оболочка;

— полиэтиленовая оболочка (в обозначениях не указывается);

В — оболочка из поливинилхлоридного пластиката;

Н — не распространяющая горение;

в — защитные покровы:

А — обмотка из арамидных нитей;

С — броня из стальной гофрированной ленты;

г — внутренняя оболочка:

— полиэтиленовая оболочка (в обозначении не указывается);

П — полиамидная оболочка;

д/е — число оптических/заполняющих модулей (6; 8 — общее число модулей в кабеле);

ж — номинальный наружный диаметр оптических и заполняющих модулей, мм (2,0); (2,4); (3,0) — указывается в скобках;

з — центральный силовой элемент;

Сп — стеклопластиковый пруток;

Т — стальной трос в полимерной оболочке;

и(к)/л(м) — число одномодовых оптических волокон одного/другого типа в кабеле; общее число оптических волокон в кабеле — 6-96. Тип волокна указывается в скобках после числа волокон данного типа в кабеле;

(2), (3), (5) — одномодовое оптическое волокно по рекомендациям МСЭ-Т, соответственно рек. G. 652, G. 653, G. 655.

Пример маркировки оптического кабеля ЗАО «ТрансВок» ОКМС-А-4/2(2,4)СП-8(2)/8(5) и ее расшифровки:

- оптический кабель диэлектрический самонесущий;
- внешняя оболочка из полиэтилена;
- защитные покровы из арамидных нитей;
- внутренняя оболочка из полиэтилена;
- число оптических модулей — 4, число заполняющих модулей — 2;
- номинальный внешний диаметр модулей — 2,4 мм;
- центральный силовой элемент — стеклопластиковый пруток;
- 8 стандартных одномодовых оптических волокон соответствующих рек. G. 652;
- 8 одномодовых оптических волокон с ненулевой смещенной дисперсией, соответствующих рек. G. 655.

2.2 Условные обозначения кабелей ЗАО СОКК

Маркировка оптических кабелей ЗАО СОКК состоит из последовательности букв и цифр, которые обозначают область применения кабеля, его технические характеристики и описание элементов конструкции последовательно от центра кабеля к наружной поверхности.

Схема условного обозначения кабеля имеет вид:

XXXX — а — б — в — г/д — е/ж — з/и — к — (XX), где XXXX — тип кабеля;

а — характеристика центрального силового элемента (ЦСЭ);

01 — не металлический ЦСЭ;

02 — стальной ЦСЭ в пластмассовой оболочке;

б — количество элементов в повиве сердечника кабеля;

в — количество оптических волокон в кабеле.

Характеристики волокна:

г/д — тип оптического волокна: г — диаметр сердцевины ОВ, мкм; д — диаметр отражающей оболочки, мкм;

е/ж — значение максимального коэффициента затухания; дБ/км: е — на длине волны 1,31 мкм; ж — на длине волны 1,55 мкм;

з/и — значение хроматической дисперсии, пс/(нм·км): з — на длине волны 1,31 мкм; и — на длине волны 1,55 мкм;

к — значение допустимой растягивающей нагрузки, кН;

(XX) — дополнительная информация, например, (нг) — кабель с негорючей оболочкой; (Ап) — кабель, содержащий алюмополиэтиленовую оболочку и так далее.

Например маркировка кабеля: ОКЛСт – 01 – б – 8 – 10/125 – 0,36/0,22 – 3,5/18 – 7,0 – (нг) означает, что оптический кабель, предназначенный для подземной прокладки. Данный кабель представлен на рисунке 4.

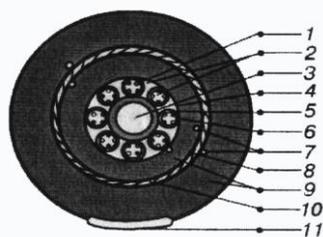


Рисунок 4 – Конструкция кабеля типа ОКЛСт:

1 — оптическое волокно; 2 — гидрофобный наполнитель; 3 — центральный силовой элемент; 4 — водоблокирующая лента; 5 — полимерная трубка; 6 — скрепляющая лента; 7 — вспарывающий корд; 8 — водоблокирующая лента; 9 — полимерная оболочка; 10 — стальная гофрированная лента (зетабон); 11 — маркировка

Кабель типа ОКЛСт содержит броневого покров в виде стальной гофрированной ленты, центральный силовой элемент из стеклопластика, вокруг которого скручены шесть элементов; 8 стандартных одномодовых волокон с коэффициентом затухания не более 0,36 дБ/км и дисперсией не более 3,5 пс/(нм·км) на длине волны 1,31 мкм и не более 0,22

дБ/км и дисперсией не более 18 пс/(нм·км) на длине 1,55 мкм. Максимальная растягивающая нагрузка 7 кН; наружная оболочка выполнена из негорючего материала.

2.3 Конструкции оптических кабелей ЗАО СОКК

Ниже приведены конструкции и технические характеристики некоторых видов оптических кабелей, изготавливаемых вышеназванной компанией.

Кабель типа ОКЛ — 01 (02), рисунок 5 выпускается двух модификаций: для прокладки в трубах, коллекторах кабельной канализации, а также внутри зданий и для прокладки в полиэтиленовых трубопроводах.

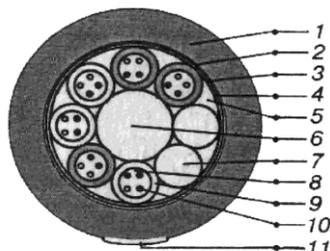


Рисунок 5 – Конструкция кабеля типа ОКЛ:

1 — полиэтиленовая оболочка; 2 — алюмополиэтиленовая оболочка; 3 — водоблокирующая лента; 4 — скрепляющая обмотка; 5 — гидрофобный компаунд; 6 — центральный силовой элемент; 7 — кордель; 8 — гидрофобный компаунд; 9 — оптический модуль; 10 — оптические волокна; 11 — маркировка

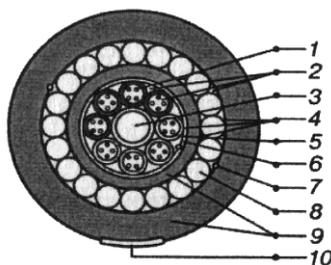


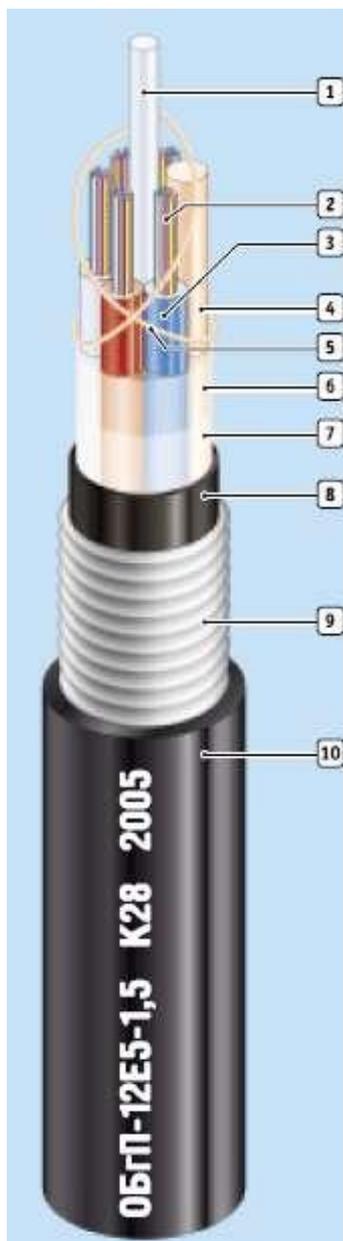
Рисунок 6 – Конструкция кабеля типа ОКЛК:

1 — оптическое волокно; 2 — гидрофобный наполнитель; 3 — центральный силовой элемент; 4 — водоблокирующая лента; 5 — полимерная трубка; 6 — скрепляющая лента; 7 — вспарывающий корд; 8 — стальная оцинкованная проволока; 9 — полимерная оболочка; 10 — маркировка

2.3 Кабели фирмы ООО "Технологии сетей"

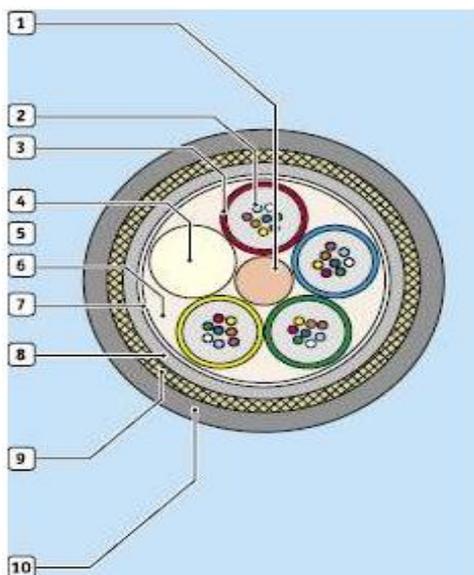
2.3.1 С броней из гофрированной стальной ленты (ОБГП, ОБГПн, ОБГП-С, ОБГПн-С, ОБГПо)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОБГПо	в кабельной канализации, в блоках, коллекторах	от 2 до 144	от -40 до 60	11.5	140
ОБГП	внутри зданий, тоннелях, коллекторах	от 2 до 144	от -40 до 60	от 13 до 16	от 160 до 230



Оптоволоконные кабели типа ОБП предназначены для прокладки в трубах (включая метод пневмопрокладки), блоках, коллекторах при опасности повреждения грызунами, а также в грунт механизированным способом.

- 1 - центральный силовой элемент (стеклопластиковый или стальной)
- 2 - оптическое волокно
- 3 - оптический модуль с заполнением гидрофобным гелем
- 4 - кордельное заполнение и/или изолированные медные жилы
- 5 - скрепляющая нить
- 6 - заполнение гидрофобным компаундом
- 7 - полиэтилентерефталатная пленка
- 8 - внутренняя полимерная оболочка
- 9 - броня из гофрированной стальной ленты
- 10 - наружная оболочка (полиэтиленовая или из полимерной композиции, не распространяющей горение)



Строительная длина
кабеля – не менее 2000 м

Рисунок 7 Конструкция кабеля типа ОБП. Пример обозначения «Кабель ОБП-С - 32 Е 5(4x8) - 1,5 ТУ У 31.3-00214534-036-2004»

2.3.2 С броней из двух стальных оцинкованных лент (ОБП, ОБПн, ОБП-С, ОБПн-С)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОБП	внутри зданий, тоннелях, коллекторах	от 2 до 144	от -40 до 60	14,3	75

Кабели типа ОБП предназначены для прокладки в грунтах всех групп, в том числе в грунтах с низкой, средней и высокой коррозионной агрессивностью и на территориях, зараженных грызунами, кроме грунтов, подвергаемых мерзлотным и другим деформациям.



Рисунок 8 Конструкция кабеля типа ОБП-С

2.3.3 С броней из стальных круглых оцинкованных проволок (ОКП, ОКПн, ОКП-С, ОКПн-С, ОаКП, ОаКП-С, О2КП, О2КП-С, О2КПп, О2КПп-С, Оа2КП, Оа2КП-С, Оа2КПп, Оа2КПп-С)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОКП	внутри зданий, тоннелях, коллекторах	от 2 до 144	от -40 до 60	20,3	988

Кабели типа ОКП предназначены для прокладки механизированным способом в грунтах всех групп (кроме грунтов, подверженных мерзлотным деформациям) и в грунтах всех групп в открытую траншею; в кабельной канализации, трубах, блоках, при воздействии на кабель значительных растягивающих усилий.

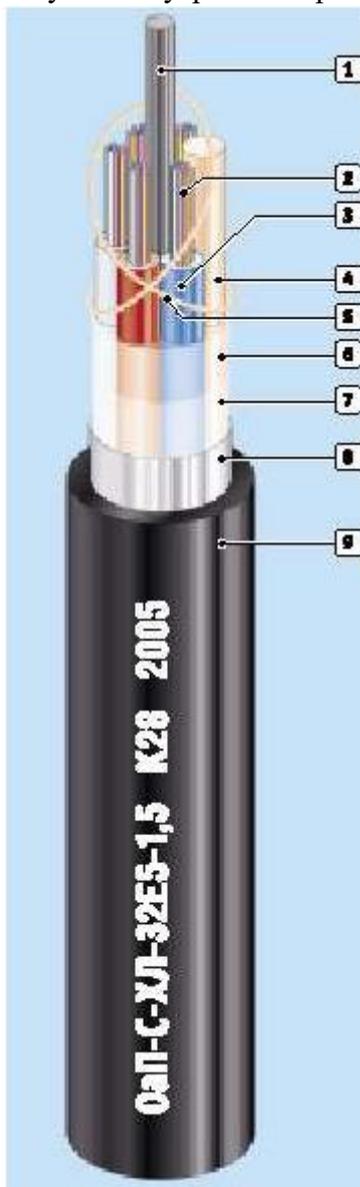


Рисунок 9 Конструкция кабеля типа ОКП

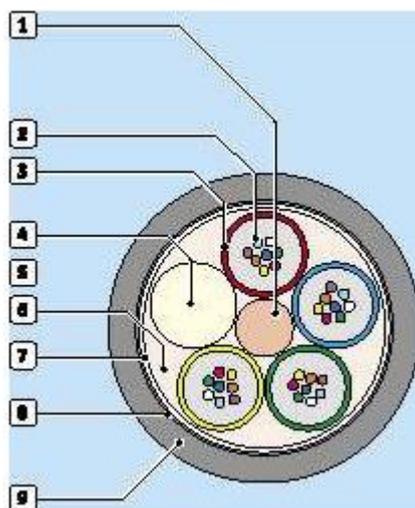
2.3.4 Небронированный кабель без армирующих элементов (ОП, ОПн, ОП-С, ОПн-С, ОаП, ОаП-С)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОП	в кабельной канализации, блоках, трубах	от 2 до 144	от -40 до 60	8,8 - 12,5	60 - 220

Кабели типа ОП предназначены для прокладки в кабельной канализации, блоках, трубах, защитных полиэтиленовых трубах (в т.ч. методом пневмопрокладки), при отсутствии угрозы повреждения грызунами.



- 1 - центральный силовой элемент (стеклопластиковый или стальной)
- 2 - оптическое волокно
- 3 - оптический модуль с заполнением гидрофобным гелем
- 4 - кордельное заполнение и/или изолированные медные жилы
- 5 - скрепляющая нить
- 6 - заполнение гидрофобным компаундом
- 7 - полиэтилентерефталатная пленка
- 8 - возможно наличие защитного слоя из алюмополимерной ленты
- 9 - наружная оболочка (полиэтиленовая или из полимерной композиции, не распространяющей горение)



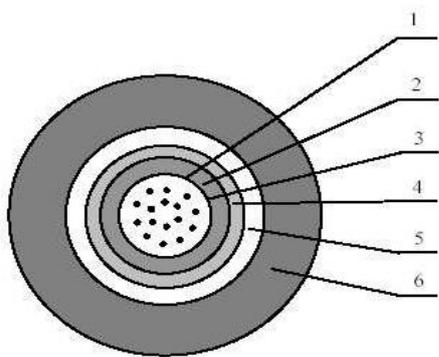
Строительная длина кабеля – не менее 2000 м.

Рисунок 10 Конструкция кабеля типа ОП

2.3.5 Небронированный кабель для наружного применения (ОЦАрП)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОЦАрП	в канализации и для подвески на опорах линий связи	от 2 до 12	от -40 до 70	8,1	50

Кабель содержит ЦОМ, поверх которого наложены внутренняя полимерная оболочка, периферийный силовой элемент – слой арамидных нитей и наружная оболочка. Свободное пространство оптического модуля заполнено гидрофобным компаундом. Кабели предназначены для цифровой и аналоговой передачи. Кабели применяются в системах междугородних, зонавых и городских линий связи. Кабели предназначены для прокладки в кабельной канализации (в пластмассовых трубах) и для подвески на опорах линий связи, контактной сети железных дорог, линий электропередачи. Полностью диэлектрическая конструкция сводит к минимуму опасность при монтаже и предотвращает короткое замыкание в случае прикосновения к фазному проводу.



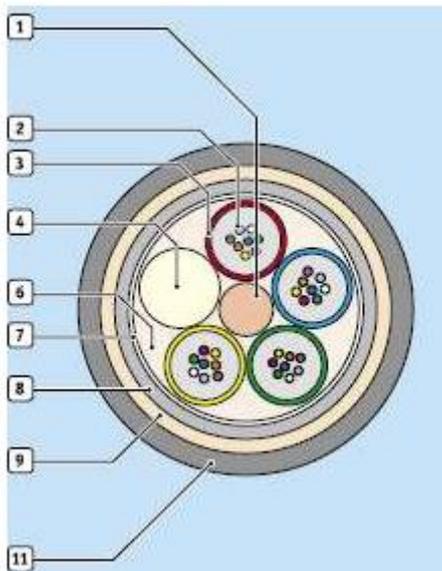
- 1 Оптические волокна (от 2 до 12)
- 2 Трубчатый сердечник
- 3 Гидрофобный компаунд
- 4 Внутренняя оболочка: полиэтиленовая или из материала, не распространяющего горение
- 5 Слой арамидных нитей
- 6 Наружная оболочка: полиэтиленовая или из материала, не распространяющего горение.

Рисунок 11 Конструкция кабеля типа ОЦАрП:

2.3.6 Небронированный кабель с армированием арамидными нитями (ОАрП)



- 1 - центральный силовой элемент (стеклопластиковый или стальной)
- 2 - оптическое волокно
- 3 - оптический модуль с заполнением гидрофобным гелем
- 4 - кордельное заполнение и/или изолированные медные жилы



- 5 - скрепляющая нить
- 6 - заполнение гидрофобным компаундом
- 7 - полиэтилен-терефталатная пленка
- 8 - внутренняя полимерная оболочка (может отсутствовать)
- 9 - слой армированных нитей
- 10 - рипкорд (по требованию)
- 11 - наружная полиэтиленовая оболочка.

Рисунок 12 Конструкция кабеля типа ОАрП

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°C)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОАрП	внутри зданий, тоннелях, коллекторах	от 2 до 144	от -40 до 60	11,7	101

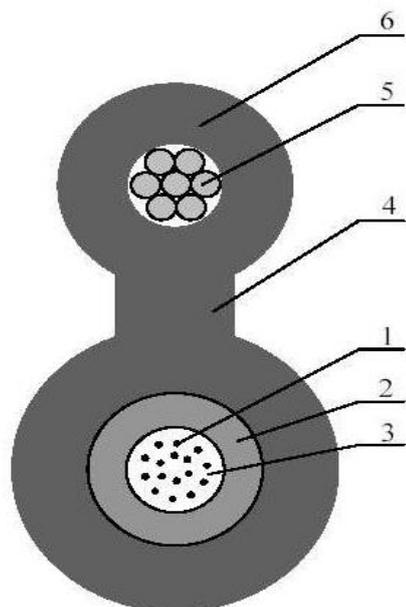
Кабели типа ОАрП предназначены для прокладки внутри зданий и сооружений, в тоннелях и коллекторах, кабельной канализации, блоках, в защитных полиэтиленовых

трубах (в т.ч. методом пневмопрокладки), по энергетическим подстанциям, на опорах контактной сети и линий связи, на опорах ЛЭП, при отсутствии угрозы повреждения грызунами.

2.3.7 Самонесущий оптический кабель (ОЦПт)

Модель	Применение	Кол-во волокон (шт)	Температура окружающей среды (°С)	Наружный диаметр (мм)	Масса (кг/км)
ОЦПт	для подвески на опорах линий связи и осветительной сети	от 2 до 12	от -40 до 70	7,7×16,2	80–120
ОПт	для подвеса на опорах линий связи и осветительной сети	от 16 до 48	от -40 до 70	7,7×16,2	120–200
ОЦП	для подвеса на тросе, прокладки в трубах, на фасадах и внутри зданий	от 2 до 12	от -40 до 70	8	60

Кабель оптоволоконно оптический кабель (fiber optic) содержит центральный оптический модуль (ЦОМ), поверх которого наложена наружная оболочка в виде «восьмерки». Свободное пространство оптического модуля заполнено гидрофобным компаундом. В качестве периферийного силового элемента использован стальной трос или стальная проволока.



Кабели предназначены для цифровой и аналоговой передачи данных. Кабели применяются в системах междугородних, зонавых и городских (локальных) линий связи. Кабели предназначены для подвески на опорах линий связи и осветительной сети. Рекомендуемая длина пролета – 70 м. Допускается использовать данные кабели на больших длинах пролетов по согласованию с разработчиком.

Рисунок 13 Конструкция оптоволоконного кабеля ОЦПт:

1 - Оптические волокна (от 2 до 12); 2 - Трубчатый сердечник; 3 - Гидрофобный компаунд; 4 - Распорная перемычка; 5 - Стальной трос; 6 - Наружная оболочка: полиэтиленовая или из материала, не распространяющего горение.

Практическая часть:

1. Письменно ответьте на вопросы вашего варианта (см. таблицу 1)

Таблица 1

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
вопросы	1,8, 20	2,9, 21	3,10, 18	4,11, 19	5,12, 23	6,13, 22	7,14, 24	1,9, 15	3,10, 16	2,11, 17

вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
вопросы	4,12 24	6,13 22	5,15 23	7,11, 18	1,14, 21	4,8, 24	2,16, 20	5,12, 18	3,9, 19	6,10, 22
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
вопросы	7,13, 19	1,14, 20	3,15, 22	5,16, 24	2,17, 21	7,12, 18	4,11 20	6,10, 22	1,9 19	4,8 18

Контрольные вопросы:

1. Сколько волокон имеет первый отечественный междугородний оптический кабель типа СЛ-50-1-6?
 2. Поясните назначение оплетки из стальных проволок в кабелях типа СЛ-50.
 3. Запишите полную маркировку кабеля, изображенного на рисунке 2.
 4. Зарисуйте конструкцию кабеля ОК-8 и проставьте номера составляющих конструкции этого кабеля.
 5. Поясните принципы, которых придерживается компания «ТрансВок» в обозначении кабелей марки ОКС.
 6. Из чего состоит маркировка оптических кабелей ЗАО СОКК.
 7. Поясните различие в конструкции оптических кабелей типа ОКЛ и ОКЛК (ЗАО СОКК).
 8. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОБгПО.
 9. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОБгП.
 10. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОБП.
 11. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОКП.
 12. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОП.
 13. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОЦАрП.
 14. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОАрП.
 15. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОЦПт.
 16. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОПт.
 17. Поясните назначение и область применения кабеля типа ОЦП.
 18. Запишите рекомендуемую длину пролета при использовании самонесущего оптического кабеля ОЦПт.
 19. Зарисуйте и поясните конструкцию первого отечественного междугородного оптического кабеля типа СЛ-50-1-6.
 20. Зарисуйте и поясните конструкцию кабеля типа ОЗКГ.
 21. Зарисуйте и поясните конструкцию кабеля типа ОКЛСт (ЗАО СОКК).
 22. Зарисуйте и поясните конструкцию кабеля типа ОКЛ (ЗАО СОКК).
 23. Зарисуйте и поясните конструкцию кабеля типа ОКЛК (ЗАО СОКК).
 24. Зарисуйте и поясните конструкцию кабеля типа
3. Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Лабораторная работа №5

Тема работы: Кабели для монтажа систем сигнализации

Цель работы:

1. Изучение конструкции кабелей, используемых в системах безопасности;
2. Получить практические навыки в чтении маркировки кабелей, используемых в системах безопасности;

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкции кабелей, используемых в системах безопасности.
2. Письменно ответить на вопросы вашего варианта (см. таблицу 1)
3. Сделать выводы по работе.

Таблица 1.

вариант	1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
вопросы	1,8,12	2,6,11	3,7,14	4,10,13	5,9,16	1,6,15	2,7,18	3,10,17	4,9,20	5,8,19
	23,35	22,34	21,33	26,31	25,32	24,38	29,40	28,39	27,36	30,37
	46,53	41,52	47,51	42,54	48,56	43,55	49,57	44,60	50,58	45,59
	61,74,	63,75,	65,72,	62,73,	64,71,	68,80	70,79	66,78	69,77	67,76
	87	81	89	86	90	82	85	83	84	88

Вопросы:

1. Поясните термин «электропроводка».
2. Поясните, на какие цепи распространяется определение «электропроводка».
3. Назначение электропроводки систем безопасности.
4. Назовите напряжение, на которое рассчитаны электропроводки систем безопасности.
5. Перечислите виды электропроводок систем безопасности.
6. Охарактеризуйте открытые электропроводки систем безопасности.
7. Охарактеризуйте скрытые электропроводки систем безопасности.
8. Охарактеризуйте наружные электропроводки систем безопасности.
9. Поясните, как разделяются электропроводки по способу прокладки.
10. На каком основании выбирают способ прокладки электропроводок систем безопасности.
11. Запишите маркировку кабеля с 4-мя многопроволочными медными жилами сечением 0.12 мм^2 , с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластика для внутренней прокладки.
12. Запишите маркировку кабеля с 8-ю многопроволочными медными жилами сечением $0.2, \text{ мм}^2$, с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластика для внутренней прокладки

13. Запишите маркировку кабеля с 2-мя многопроволочными медными жилами сечением 0.35 мм^2 , с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластиката для внутренней прокладки
14. Запишите маркировку кабеля с 4-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.4 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластиката; кабель служит для внутренней стационарной прокладки, прокладки шлейфов приборов «Сигнал-20П» к защищаемым помещениям.
15. Запишите маркировку кабеля с 6-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.4 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластиката; кабель служит для внутренней стационарной прокладки, прокладки шлейфов приборов «Сигнал-20П» к защищаемым помещениям.
16. Запишите маркировку кабеля с 12-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.4 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, с оболочкой из белого ПВХ пластиката; кабель служит для внутренней стационарной прокладки, прокладки шлейфов приборов «Сигнал-20П» к защищаемым помещениям.
17. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.4мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника, с оболочкой из белого ПВХ пластиката.
18. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.5мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника, с оболочкой из белого ПВХ пластиката
19. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.64мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника, с оболочкой из белого ПВХ пластиката.
20. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.8 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника, с оболочкой из белого ПВХ пластиката
21. Назовите область применения кабеля КСПВГ 2×0.2
22. Назовите область применения кабеля КСПВ $6 \times 0,4$
23. Назовите область применения кабеля КСПЭВ 2×0.64
24. Запишите маркировку кабеля для монтажа систем сигнализаций самонесущего с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.5 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, снабжен самонесущим элементом (в оболочке из белого ПВХ пластиката).
25. Запишите маркировку кабеля для монтажа систем сигнализаций самонесущего с 6-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.5 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, снабжен самонесущим элементом (в оболочке из белого ПВХ пластиката).
26. Запишите маркировку кабеля для монтажа систем сигнализаций самонесущего с 10-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.5 мм, с изоляцией из композиции полиэтилена, снабжен самонесущим элементом (в оболочке из белого ПВХ пластиката).

27. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.5мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, служащего для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока для внутренней прокладки.
28. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.64мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, служащего для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока для внутренней прокладки.
29. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.8мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, служащего для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока для внутренней прокладки.
30. Запишите маркировку кабеля с 2-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.8 мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока.
31. Запишите маркировку кабеля с 4-мя однопроволочными медными жилами диаметром 0.5 мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока.
32. Запишите маркировку кабеля с 6-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.4 мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока.
33. Запишите маркировку кабеля с 8-ю однопроволочными медными жилами диаметром 0.64 мм, с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, экран выполнен из алюмопластмассовой ленты с продольной прокладкой дренажной жилы из луженого медного проводника для монтажа систем связи, сигнализации и телекоммуникаций при U_P до 250 В переменного тока.
34. Дайте сравнительную характеристику кабелей КПСВВ и КПСВВнг-LS.
35. Дайте сравнительную характеристику кабелей КПСВВ и КПСВЭВ.
36. Дайте сравнительную характеристику кабелей КПСВВ и КПСВЭВнг-LS.
37. Дайте сравнительную характеристику кабелей КПСВВнг-LS и КПСВЭВнг-LS.
38. Запишите маркировку кабеля для систем связи, систем пожарно-охранной сигнализации, сбора и передачи данных, имеющего две медные токопроводящие жилы сечением 0,5мм² скрученные попарно; изоляцию из ПВХ-пластика, оболочку из ПВХ-пластиката.
39. Запишите маркировку кабеля для систем связи, систем пожарно-охранной сигнализации, сбора и передачи данных, имеющего две медные токопроводящие жилы сечением 0,75мм² скрученные попарно; изоляцию из ПВХ-пластика с низким дымо- и газовыделением, оболочку из ПВХ-пластиката с низким дымо- и газовыделением.
40. Запишите маркировку кабеля для систем связи, систем пожарно-охранной сигнализации, сбора и передачи данных, имеющего две медные токопроводящие

- жилы сечением $2,5\text{мм}^2$ скрученные попарно; изоляцию из ПВХ-пластика, оболочку из ПВХ-пластиката, общий экран из ламинированной фольги.
41. Запишите маркировку кабеля для систем связи, систем пожарно-охранной сигнализации, сбора и передачи данных, имеющего две медные токопроводящие жилы сечением $0,5\text{мм}^2$ скрученные попарно; изоляцию из ПВХ-пластика с низким дымо- и газовыделением, оболочку из ПВХ-пластиката с низким дымо- и газовыделением, общий экран из ламинированной фольги.
 42. Назовите область применения кабеля КПСВВ - $2\times 0,5$
 43. Назовите область применения кабеля КПСВВнг-LS- $2\times 0,75$
 44. Назовите область применения кабеля КПСВЭВ - $2\times 2,5$
 45. Назовите область применения кабеля КПСВЭВнг-LS - $2\times 0,5$
 46. Назовите область применения кабеля ШВВП - $2\times 0,5$
 47. Запишите маркировку провод питания видеокамер, расположенных внутри помещения, если его жилы скручены из медных проволок, изоляция и оболочка из ПВХ пластиката.
 48. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВТ-В-2 $2\times 0,5$ и КВТ-П-2 $2\times 0,5$
 49. Запишите маркировку кабеля, если он состоит из радиочастотного элемента РК 75-2-111 (однопроволочный медный внутренний проводник с изоляцией из сплошного П/Э и внешний проводник в виде оплетки из медных проволок, без наружной оболочки); жил питания сечением $0,5\text{мм}^2$; в общей оболочке из ПВХ пластиката;
 50. Запишите маркировку кабеля, если он состоит из радиочастотного элемента РК 75-2-111 (однопроволочный медный внутренний проводник с изоляцией из сплошного П/Э и внешний проводник в виде оплетки из медных проволок, без наружной оболочки); жил питания сечением $0,5\text{мм}^2$; в общей оболочке из светостабилизированного П/Э;
 51. Назовите область применения кабеля КВТ-В-2 $2\times 0,5$
 52. Назовите область применения кабеля КВТ-П-2 $2\times 0,5$
 53. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВТ-В-2 $2\times 0,5$ и КВК-В-2 $2\times 0,5$
 54. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВТ-П-2 $2\times 0,5$ и КВК-В-2 $2\times 0,5$
 55. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-В-2 и КВК-В-2э
 56. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-В-3 ф и КВК-В-2э
 57. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-В-2 и КВК-В-3 ф
 58. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-П-2 и КВК-П-2э
 59. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-П-2э и КВК-П-3 ф
 60. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-В-3 ф и КВК-П-3 ф
 61. Дайте сравнительную характеристику кабелей КВК-П-2э и КВК-В-3 ф
 62. Назовите область применения кабеля КВК-В-2
 63. Назовите область применения кабеля КВК-В-2э
 64. Назовите область применения кабеля КВК-П-3 ф
 65. Назовите область применения кабеля КВК-В-3 ф
 66. Назовите область применения кабеля КВК-П-2э
 67. Запишите маркировки кабелей, если они используются для передачи телевизионных сигналов в системах видеонаблюдения с одновременным подключением питания и/или передачи сигналов управления, для внутренней прокладки.
 68. Запишите маркировки кабелей, если они используются для передачи телевизионных сигналов в системах видеонаблюдения с одновременным

- подключением питания и/или передачи сигналов управления, для наружной прокладки.
69. Зарисуйте поперечный разрез кабеля, используемого для передачи телевизионных сигналов в системах видеонаблюдения с одновременным подключением питания и/или передачи сигналов управления.
 70. Запишите маркировку радиочастотного кабеля в общей оболочке с жилами питания сечением, предназначенного для подвески на опорах и местных конструкциях (снабжен канатом из стальной оцинкованной проволоки)
 71. Дайте сравнительную характеристику кабелей ККСПГ 3-2×0.5 и ККСВГ 3-2×0.5.
 72. Назовите область применения кабеля ККСПГ 3-2×0.5
 73. Назовите область применения кабеля ККСВГ 3-2×0.5.
 74. Дайте сравнительную характеристику кабелей КСРЭВ нг-FRLS и КСРПнг(А)-FRHF.
 75. Дайте сравнительную характеристику кабелей КСРЭВ нг-FRLS и КСРЭПнг(А)-FRHF.
 76. Дайте сравнительную характеристику кабелей КСРПнг(А)-FRHF и КСРЭПнг(А)-FRHF.
 77. Назовите область применения кабеля КСРЭВ нг-FRLS 2×0.5
 78. Назовите область применения кабеля КСРПнг(А)-FRHF 1×2×0.8
 79. Назовите область применения кабеля КСРЭПнг(А)-FRHF 1×2×0.8
 80. Перечислите марки кабелей, предназначенных для одиночной или групповой прокладки в системах противопожарной защиты, пожарной и охранной сигнализации, системах обнаружения пожара, системах оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.
 81. Запишите маркировку однопарного кабеля, имеющего однопроволочный медный проводник диаметром 0,5мм, изоляцию из керамизирующейся кремнийорганической резины, экран из ламинированной алюминиевой фольги, дренажный проводник из медной луженой проволоки, оболочку из ПВХ с низким дымо- и газовыделением.
 82. Запишите маркировку однопарного кабеля, имеющего однопроволочный медный проводник диаметром 0,64мм, изоляцию из керамизирующейся кремнийорганической резины, экран из ламинированной алюминиевой фольги, дренажный проводник из медной луженой проволоки, оболочку из ПВХ с низким дымо- и газовыделением.
 83. Запишите маркировку однопарного кабеля, имеющего однопроволочный медный проводник диаметром 0,8мм, изоляцию из керамизирующейся кремнийорганической резины, экран из ламинированной алюминиевой фольги, дренажный проводник из медной луженой проволоки, оболочку из ПВХ с низким дымо- и газовыделением.
 84. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 0,5мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.
 85. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 0,8мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.

86. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 1,78 мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.
87. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 0,97мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.
88. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 0,8мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в экране из алюмополимерной ленты, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.
89. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 1,13мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в экране из алюмополимерной ленты, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.
90. Запишите маркировку однопарного кабеля с медными однопроволочными жилами диаметром 1,38мм, с изоляцией из керамизирующейся кремнийорганической резины, в экране из алюмополимерной ленты, в оболочке из термопластичной безгалогенной композиции.

Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Лабораторная работа №6

Тема работы: Определение параметров оптических волокон

Цель работы:

1. Изучение методики и приобретение навыков расчета параметров оптических волокон.
2. Исследование параметров одномодовых и многомодовых оптических кабелей связи.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить:
 - типы оптических волокон;
 - параметры оптических кабелей связи;
 - физические процессы распространения электромагнитных волн по оптическим кабелям связи.
2. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы.
3. Рассчитать следующие параметры оптических волокон, согласно заданному варианту (таблица 1):
 - соотношение коэффициентов преломления;
 - числовую апертуру;
 - нормированную частоту;
 - число мод, распространяющихся по световоду;
 - критическую частоту;
 - критическую длину волны;
 - потери энергии на поглощение (затухание поглощения);
 - потери на рассеяние;
 - общие потери в волокне;
 - межмодовую дисперсию;
 - границы изменения фазовой скорости;
 - границы изменения волнового сопротивления.
4. Сравнить параметры одномодовых и многомодовых ОВ.
5. Сделать выводы по работе.

Список индивидуальных данных:

- диаметр сердцевины световода $2a$, мкм;
- показатель преломления сердцевины n_1 ;
- показатель преломления оболочки n_2 ;
- длина волны λ , мкм.

Контрольные вопросы:

1. Конструкция ОВ, используемые материалы.
2. Лучевая модель процесса распространения волн по оптоволокну.
3. Профиль показателя преломления. Ступенчатые и градиентные оптические волокна.
4. Обобщенный параметр - нормированная частота. Одномодовые и многомодовые ОВ.
5. Затухание энергии в оптическом кабеле. Окна прозрачности.
6. Дисперсия и полоса пропускания оптического кабеля.

Таблица 1 - Исходные данные

Вариант	Параметры			
	λ	$2a$ ООВ/МОВ	n_1	n_2
1	0,85	10/50	1,51	1,5
2	0,85	9/50	1,53	1,51
3	0,85	8/50	1,5	1,47
4	0,85	10/62,5	1,53	1,47
5	0,85	9/62,5	1,51	1,48
6	0,85	8/62,5	1,53	1,49
7	0,85	10/85	1,51	1,5
8	0,85	9/85	1,53	1,51
9	0,85	8/85	1,5	1,47
10	1,3	10/50	1,53	1,47
11	1,3	9/50	1,51	1,48
12	1,3	8/50	1,53	1,49
13	1,3	10/62,5	1,51	1,5
14	1,3	9/62,5	1,53	1,51
15	1,3	8/62,5	1,5	1,47
16	1,3	10/85	1,53	1,47
17	1,3	9/85	1,51	1,48
18	1,3	8/85	1,53	1,49
19	1,55	10/50	1,51	1,5
20	1,55	9/50	1,53	1,51
21	1,55	8/50	1,5	1,47
22	1,55	10/62,5	1,53	1,47
23	1,55	9/62,5	1,51	1,48
24	1,55	8/62,5	1,53	1,49
25	1,55	10/85	1,51	1,5
26	1,55	9/85	1,53	1,51
27	1,55	8/85	1,5	1,47
28	1,3	10/50	1,53	1,47
29	1,3	8/62,5	1,5	1,47
30	1,55	9/50	1,53	1,51

Методика расчета параметров оптического волокна:

Особенности расчета:

Расчет параметров оптического волокна зависит от его типа. Волокна бывают многомодовые (МОВ) и одномодовые (ООВ), а по профилю показателя преломления – градиентные, ступенчатые и со специальным профилем.

Многомодовые градиентные волокна выполняют со следующими диаметрами сердцевины: 50 мкм; 62,5 мкм; 85 мкм; 100 мкм.

Многомодовые ступенчатые волокна: 200 мкм; 980 мкм.

Одномодовые ступенчатые волокна: 8 мкм; 9 мкм; 10 мкм.

1. Соотношение коэффициентов преломления:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (1)$$

2. Числовая апертура:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (2)$$

3. Нормированная частота:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \cdot NA \quad (3)$$

4. Число мод, распространяющихся по световоду:

для ступенчатого световода:

$$N_{mod} = 2 \left[\pi \cdot NA \cdot \frac{a}{\lambda} \right]^2 \quad (4)$$

для градиентного световода:

$$N_{mod} = \left[\pi \cdot NA \cdot \frac{a}{\lambda} \right]^2 \quad (5)$$

5. Критическая частота, Гц, определяется по формуле

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot c}{2\pi a \cdot NA}, \quad (6)$$

где c – скорость света, м/с.

6. Критическая длина волны, м:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi a \cdot NA}{2,405 \cdot n_1} \quad (7)$$

7. Потери энергии на поглощение (затухание поглощения), Нп/м:

$$\alpha_n = \frac{\pi n_1 \cdot tg\delta}{\lambda}, \quad (8)$$

где $tg\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь материала световода (для кварца 10^{10}).

Для перевода затухания поглощения из Нп/м в дБ/км полученную величину необходимо умножить на $8,69 \cdot 10^3$.

8. Потери на рассеяние, дБ/км, равны:

$$\alpha_p = \frac{K_p}{\lambda^4}, \quad (9)$$

где K_p – коэффициент рассеяния (для кварца $1 \dots 1,5$ дБ/(км·мкм⁴)), для расчета принимают $K_p=1$,

λ – длина волны, мкм.

9. Общие потери в волокне, дБ/км, определяются суммой

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_p \quad (10)$$

10. Межмодовая дисперсия, с, рассчитывается:

для ступенчатого световода:

$$\tau_{mod} = \left[\frac{(NA)^2}{2n_1c} \right] L = \frac{\Delta \cdot n_1 L}{c}, \quad (11)$$

где L – длина световода, км, для расчета принимают 10 км,

c – скорость света, км/с.

для градиентного световода:

$$\tau_{mod} = \frac{\Delta^2 \cdot n_1 \cdot L}{2 \cdot c} \quad (12)$$

11. Границы изменения фазовой скорости, км/с, определяются:

нижняя граница:

$$c/n_1 \quad (13)$$

верхняя граница:

$$c/n_2 \quad (14)$$

12. Границы изменения волнового сопротивления, Ом:

нижняя граница:

$$Z_0/n_1 \quad (15)$$

где $Z_0 = 376,7$ Ом – волновое сопротивление идеальной среды;

верхняя граница:

$$Z_0/n_2 \quad (16)$$

Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Лабораторная работа № 7

Тема работы: Взаимные влияния между цепями связи.

Цель работы:

1. Изучить природу взаимных влияний между цепями связи.
2. Рассчитать параметры взаимного влияния между цепями связи.

Порядок проведения работы:

1. Изучить теоретический материал. Письменно ответить на вопросы согласно вашему варианту (таблица 1).

Таблица 1

№ варианта	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
№ вопросов	1,4,8, 12,16	2,5,9, 11,13	3,6,10, 14,16	2,5,7, 13,15	3,5,7, 11,16	1,4,10, 13,15	3,6,8, 10,15	1,4,7, 13,16	2,4,9, 11,14	3,6,9, 12,15

Вопросы:

1. Перечислите факторы, влияющие на качество и дальность связи.
2. Как проявляются мешающие взаимные влияния между соседними цепями?
3. Поясните природу электрического влияния.
4. Поясните природу магнитного влияния.
5. Как меняется величина взаимного мешающего влияния между цепями с увеличением частоты?
6. Назовите характеристики взаимного влияния между цепями связи.
7. Приведите формулу расчета электрической связи.
8. Приведите формулу расчета магнитной связи.
9. Перечислите первичные параметры влияния.
10. Охарактеризуйте первичный параметр влияния.
11. Приведите формулу расчета переходного затухания.
12. Охарактеризуйте два вида переходов энергии между цепями связи.
13. Приведите формулу расчета переходного затухания по мощности на ближнем конце цепи.

14. Приведите формулу расчета переходного затухания по мощности на дальнем конце цепи.
15. Охарактеризуйте параметр защищенность.
16. Чем обусловлено введение параметра защищенность?

2. Решить задачу:

Задача 1. Определите защищенность цепи, если известны уровень полезного сигнала p_c и уровень помех p_n .

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p_c , дБ	- 40	- 45	- 33	- 30	- 52	- 50	- 41	- 33	- 32	- 35
p_n , дБ	- 142	- 131	- 123	- 115	- 124	- 113	- 126	-127	- 109	- 111
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
p_c , дБ	- 43	- 43	- 44	-28	- 45	- 39	- 40	- 29	- 43	- 34
p_n , дБ	- 134	- 126	- 138	- 117	- 138	- 147	- 143	- 115	- 126	-127
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
p_c , дБ	-27	- 33	- 45	- 52	- 40	- 30	- 52	- 43	- 43	-28
p_n , дБ	-127	- 123	- 138	- 124	- 142	- 115	- 124	- 134	- 126	- 117

3. Сделать выводы по работе. Оформить отчёт.

Лабораторная работа № 8

Тема работы: Меры защиты от взаимных влияний между цепями связи.

Цель работы:

1. Изучить основные способы защиты кабельных цепей от влияний.
2. Получить навыки расчета шагов скрутки и симметрирования кабельных цепей.

Порядок проведения работы:

1. Изучить теоретический материал. Письменно ответить на вопросы согласно вашему варианту (таблица 1).

Таблица 1

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ вопросов	1,7,13, 19,25,31	2,8,14, 20,26,32	3,9,15, 21,27,33	4,10,16 22,28,34	5,11,17, 23,29,35	6,12,18, 24,30,36	1,7,13, 19,25,37	2,8,14, 20,26,38	3,9,15, 21,27,36	4,10,16, 22,28,31
вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ вопросов	5,11,17, 23,29,32	6,12,18, 24,30,33	1,7,13, 19,25,34	2,8,14, 20,26,38	3,9,15, 21,27,35	4,10,16, 22,28,36	5,11,17, 23,29,37	6,12,18, 24,30,38	1,7,13, 19,25,37	2,8,14, 20,26,35
вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
№ вопросов	3,9,15, 21,27,34	4,10,16, 22,28,31	5,11,17, 23,29,32	6,12,18, 24,30,33	1,7,13, 19,25,31	2,8,14, 20,26,34	3,9,15, 21,27,38	4,10,16, 22,28,31	5,11,17, 23,29,32	6,12,18, 24,30,33

Вопросы:

1. Перечислите основные способы защиты кабельных цепей от влияний.
2. Поясните, когда и где проводят скрутку цепей в группы и повивы.
3. Поясните, где и каким образом производится экранирование цепей.
4. Поясните, когда выполняется симметрирование цепей.
5. Перечислите способы защиты от взаимных и внешних помех в симметричных кабелях.
6. Перечислите способы защиты от взаимных и внешних помех в коаксиальных кабелях.
7. Поясните принцип скрещивания цепей.
8. Объясните необходимость скрутки кабельных цепей.
9. При какой скрутке выполняется условие $a_{13} = a_{14} = a_{23} = a_{24}$?
10. Запишите условие отсутствия емкостной и индуктивной связей кабельных цепей.
11. Зарисуйте расположение влияющей и подверженной влиянию цепей в кабеле в общем случае.
12. Зарисуйте расположение влияющей и подверженной влиянию цепей в кабеле при звёздной скрутке.
13. Что собой представляет скрутка кабельных цепей?
14. Поясните термин «шаг скрутки».
15. Перечислите недостатки применения малых шагов скрутки.
16. Перечислите недостатки применения больших шагов скрутки.
17. Назовите приемлемые для групп и повивов шаги скрутки.
18. Запишите формулу, выражающую связь секции симметрии с шагом скрутки.

19. Запишите условие, которое необходимо выполнять для исключения действия неуравновешенной длины и обеспечения требуемой компенсации связей.
20. В чем состоит задача симметрирования?
21. Какие связи доминируют в низкочастотном диапазоне?
22. Какие связи доминируют в высокочастотном диапазоне?
23. Назовите методы, которые применяют для симметрирования НЧ кабелей.
24. Назовите методы, которые применяют для симметрирования ВЧ кабелей.
25. Поясните, почему никакие мероприятия по уменьшению взаимных влияний в коаксиальных кабелях при их прокладке и монтаже не применяются?
26. Запишите емкостные связи между основными цепями в четверке.
27. Запишите емкостные связи между первой основной цепью и фантомной.
28. Запишите емкостные связи между второй основной цепью и фантомной.
29. Запишите асимметрию между первой парой и оболочкой.
30. Запишите асимметрию между второй парой и оболочкой.
31. Запишите асимметрию между фантомной цепью и оболочкой.
32. Перечислите методы уменьшения взаимного влияния между симметричными цепями.
33. Поясните, в чем заключается симметрирование методом скрещивания?
34. Поясните, как ведут себя электромагнитные связи при соединении прямое кабелей участков А и Б?
35. Поясните, как ведут себя электромагнитные связи при соединении кабелей участков А и Б со скрещиванием жил одной пары?
36. Поясните, в чем заключается конденсаторное симметрирование?
37. Поясните, как происходит подбор симметрирующих конденсаторов?
38. Перечислите типы конденсаторов, используемые для симметрирования.

2. Определить и нарисовать секцию симметрии двух цепей, скрученных с шагом h_1 и h_2 .

Таблица 2

№ варианта	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
h_1 , мм	80	160	100	100	200	200	400	300	150	400
h_2 , мм	100	200	200	150	300	500	600	600	300	600

3. Определить метод соединения кабелей двух участков А и Б (напрямое или со скрещиванием жил одной пары), если электромагнитные связи участков равны k^A и k^B . Пояснить свой ответ.

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k^A , пФ	- 400	450	330	305	- 252	- 250	410	- 338	325	350
k^B , пФ	442	- 431	283	- 315	- 224	- 213	- 426	- 327	309	- 311
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
k^A , пФ	- 437	- 143	344	- 281	415	396	- 410	- 290	443	- 340
k^B , пФ	434	- 126	338	277	- 438	- 447	- 443	315	- 426	- 327
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
k^A , пФ	- 127	- 133	- 145	- 352	340	430	- 352	- 403	- 143	328
k^B , пФ	- 127	123	138	- 324	342	- 415	324	- 434	- 156	317

4. Используя метод скрещивания и конденсаторный метод, определить оператор скрещивания, значение емкости дополнительного конденсатора и место его включения при симметрировании двух отрезков низкочастотного кабеля. Приведите рисунок с указанием места включения дополнительного конденсатора. Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Варианты			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Электрическая емкость жил относительно земли, пФ	Отрезок кабеля А	$C^{A_{аз}}$	31	48	39	68	59	21	62	36	28	55
		$C^{A_{бз}}$	56	78	58	21	69	50	24	17	41	39
	Отрезок кабеля Б	$C^{B_{аз}}$	24	20	86	11	51	64	35	72	30	58
		$C^{B_{бз}}$	69	55	47	78	36	30	68	43	58	84
Варианты			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Электрическая емкость жил относительно земли, пФ	Отрезок кабеля А	$C^{A_{аз}}$	36	55	28	31	21	48	64	39	68	59
		$C^{A_{бз}}$	17	39	41	56	50	78	22	58	21	69
	Отрезок кабеля Б	$C^{B_{аз}}$	72	58	30	24	64	20	35	86	11	51
		$C^{B_{бз}}$	43	84	58	69	30	55	69	47	78	36
Варианты			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Электрическая емкость жил относительно земли, пФ	Отрезок кабеля А	$C^{A_{аз}}$	68	59	36	39	48	62	55	28	21	31
		$C^{A_{бз}}$	21	69	17	58	78	24	39	41	50	56
	Отрезок кабеля Б	$C^{B_{аз}}$	11	51	72	86	20	35	58	30	64	24
		$C^{B_{бз}}$	78	36	43	47	55	68	84	58	30	69

5. Сделать выводы по работе. Оформить отчет.